

Requested Patent: JP8254447A
Title: PLANT DIAGNOSTIC DEVICE ;
Abstracted Patent: JP8254447 ;
Publication Date: 1996-10-01 ;
Inventor(s): HIROMATSU MEGUMI; TABATA JUNICHI ;
Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO ;
Application Number: JP19950057023 19950316 ;
Priority Number(s): JP19950057023 19950316 ;
IPC Classification: G01D21/00; F27D21/00; G05B23/02 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PURPOSE: To make such a diagnosis as being high in accuracy achievable by improving an extent of followability in analytic data in the case where a plant operating condition is varied, and simultaneously eliminating any disorder in the analytic data due to plant transient phenomena including plant operating control and the like, in a frequency analysis to be renewed in succession.

CONSTITUTION: In this plant diagnostic system equipped with a process input- output control unit 6 picking a process signal from a plant, an arithmetic and control unit 2 performing a diagnostic judgment of whether a plant is normal or not, with analytic data obtained by doing a frequency analysis to the process signal secured via this process input-output control unit 6, and a memory 3 storing the analytic data, such a means 15 as checking the effectiveness of time series data to be used at time of the frequency analysis, is installed there, whereby any disorder in the analytic data due to a transient phenomenon in the plant is eliminated.

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成8年(1996)10月1日

審査請求 未請求 請求項の数 4 O.L. (全 7 頁)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラントからプロセス信号を採取するプロセス入力制御手段と、このプロセス入出力制御装置を介して得られたプロセス信号に対して周波数解析を行って得た解析データを用いてプラントの正常／異常の診断判定を行う演算制御手段と、前記解析データを保存する記憶装置とを備えたプラント診断装置において、周波数解析時に使用される時系列データの有効性をチェックする手段を設けることにより、プラントの過渡現象に起因する解析データの乱れを低減したことを特徴とするプラント診断装置。

【請求項2】 周波数解析して得た解析データを移動平均する場合の平均項数（重み係数）をプラント過渡変化発生時に自動管理する平均項数管理手段を設けることにより、プラント運転条件の変化に追従した解析データを得ることができるようにしたことを特徴とする請求項1に記載のプラント診断装置。

【請求項3】 周波数解析して得られた解析データを移動平均する場合の平均項数（重み係数）をプロセス信号の変化に応じてプロセス信号単位に自動管理する平均項数管理手段を設けることにより、プロセス信号単位での解析データの追従性を向上させたことを特徴とする請求項1に記載のプラント診断装置。

【請求項4】 解析処理の中止／開始、およびプロセス信号の故障／復帰等により、解析処理が一旦中断された後に再開された場合、中断前の平均項数（重み係数）を引き継ぐための平均項数管理手段を設けることにより、中断前の解析データを継続できるようにしたことを特徴とする請求項3に記載のプラント診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプラントの異常発生を監視、診断するプラント診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般的に、プラントのプロセス信号にはゆらぎ成分があるが、このプロセス信号を特定の周波数領域にて変換すると、そのゆらぎ成分には特有のパターンがあることが解る。この周波数パターンを正常時と現在とで比較することによって、プラントの正常／異常の判定を行うことができる。このような解析手法は周波数

2

*解析法または雑音解析法と呼ばれ、プラントの異常診断などに利用されている。上記の周波数解析法によりプラントの異常を監視する場合、プロセス信号（以下、生データという。）の時系列データより周波数領域に変換する手法としては、高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform：以下、FFTという。）が広く利用されている。

【0003】 図3は、FFTを利用した周波数解析による診断装置の従来例を示すもので、診断装置1は演算制御装置2、記憶装置3、会話入力装置4、表示装置5からなり、プロセス入力制御装置6を介してプラント20に接続されている。前記の周波数解析法は演算制御装置2のソフトウェア等により実現され、プロセス信号の入力処理を行うサンプリング処理部7、FFT演算を行い周波数スペクトルパターン（以下、解析データという。）を出力する解析処理部8、今回の解析データと前回までの解析データとの平均処理を行い、精度良い最新の解析データを得るための逐次更新処理部9、判定タイミング時に最新解析データとプラント正常時の解析データ（基準データ）とを比較し、正常／異常の判定を行う判定処理部10、解析データを記憶装置3に対して保存・取り出しを行う解析データ入出力処理部11、サンプリング周期・判定周期等の周期管理を行う周期管理部12、解析データの表示処理を行う表示処理部13、および会話処理部14から構成されている。

【0004】 上述のように構成したプラント診断装置において、会話入力装置4より解析要求が入力されると、会話処理部14を介して、周期管理部12によりサンプリング処理部7が起動される。このサンプリング処理部では、プラントのプロセス信号を、プロセス入力制御装置6を介して、1回のFFT計算に必要な生データN点分（ X_1, X_2, \dots, X_N ）をサンプリング周期 Δt おきに時系列データとして取り込み、サンプリングが完了すると、その時系列データをFFT計算するための解析処理部8へ渡す。

【0005】 解析処理部8では、入力した時系列データを高速フーリエ変換する。この変換は一般に次式によって実行される。

【0006】

【数1】

$$SR(L) = \sum_{i=0}^{N-1} X_{i+1} \cos(2\pi L_i / N) \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $L = 1, 2, \dots, N/2$

SR : cos変換定数

$$SI(L) = \sum_{i=0}^{N-1} X_{i+1} \sin(2\pi L_i / N) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $L = 1, 2, \dots, N/2$

SI : sin変換定数

上記(1)、(2)式により、 $N/2$ 個ずつのフーリエ係数が求められ、これらのフーリエ係数から周波数スペク

トル（以下、PSDという。）が次式により求められる。

*【0007】

*

$$PSD(L) = SR(L) * SR(L) + SI(L) * SI(L) \dots (3)$$

ただし、 $L=1, 2, \dots, N/2$

$$PSD(N/2) = SR(N/2) * SR(N/2) \dots (4)$$

解析処理部8では以上の解析処理を行い、結果を今回データとして逐次更新処理部9へ渡す。

※今回解析データとの移動平均を求める。これを式で表すと次のようになる。

【0008】逐次更新処理部9では、精度ある解析データを常に参照できるように、m回目までの解析データと※

【0009】

$$PSD'_i = PSD'_{i-1} + (PSD_i - PSD_{i-m}) / m \dots (5)$$

ただし、 PSD'_i : PSDの移動平均値

★ればならないが、データ量として多くなるため、前回PSDと今回PSDとに時定数 T_m を持たせた重み計算による逐次更新を考慮することができる。

PSD'_{i-1} : 移動平均値の前回値

PSD_i : 今回のPSD値

m : 移動平均の項数

【0010】これを式で表すと次のようになる。

上記(5)式では、m回分のPSDを記憶しておかなければ★

【0011】

$$PSD'_i = [1 - (1/m)] \cdot PSD'_{i-1} + (1/m) \cdot PSD_i \dots (6)$$

ただし、m : 重み係数

上記両式のmの値は、逐次更新回数により1, 2, ...と更新し、平均回数M（平均回数を示す最大値）あるいは時定数相当 $[M = \text{時定数}(T_m) / \text{逐次更新周期}]$ に達すれば、その値で以降継続させることにより、応答性を良くすることができる。

20

【0012】この様にして求められた移動平均後の解析データは、現在の最新データとして、解析データ入出力処理部11を介して、記憶装置3内の最新データ保存エリアへ記憶される。この最新データは次の解析データとの移動平均時に、前回解析データとして使用され、再び記憶装置3に戻すことにより解析データの逐次更新が行なわれる。また、逐次更新処理が完了すると、次の解析のためのサンプリング処理部7が起動する。このようにしてサンプリング処理・解析処理・逐次更新処理を連続的に繰り返すことにより、記憶装置3内の最新データ保存エリアには、現プラントの最新解析データが常時保存されていくことになる。

30

【0013】一方、周期管理部12による判定タイミング、または会話入力装置4による判定要求時期になると、周期管理部12により判定処理部10が起動される。この判定処理部では、記憶装置3に記憶されている、プラント正常時に前記と同様にして解析されたスペクトルデータ（基準データ）群より、現在の最新データのプラント条件と一致したものを選択し、解析データ入出力処理部11を介して基準データを取り出す。この選択された基準データのスペクトルパターンと現在の最新データのスペクトルパターンとの大小・形状比較が行われ、双方のパターンが制限値以上に異なれば異常と判定する。この判定結果が異常であれば、現在の最新データを解析データ入出力処理部11を介して記憶装置内3へ異常データとして保存する。

40

【0014】なお、判定処理部10では、判定時に最新

50

データのプラント条件と一致した基準データが記憶装置3に保存されていない場合は判定処理をバイパスする。また、判定処理部10では、定期的な解析結果を得るため、定期保存タイミング時には、判定バイパス／正常／異常に関係なく、現在の最新データを解析データ入出力処理部11を介して記憶装置3に定期データとして保存する。

【0015】解析データの表示出力は、オペレータの要求により会話入力装置4から行うことができ、その表示要求は演算制御装置2内の会話処理部14に渡される。この会話処理部は表示処理部13を起動させ、表示処理部13により解析データ入力処理部11を介して各解析データを取り出し、表示装置5に表示出力する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、オンラインによる連続解析を目的にした従来のプラント診断装置では、下記のような問題点があった。

【0017】（1）周波数解析ではプロセス信号の持っている固有のゆらぎを抽出することを目的としているため、プラントの定常状態でのスペクトルで評価を行うが、オペレータのプラント運転操作等の外乱が発生すると、スペクトル的に変化し、正確な解析データを得ることが出来なかった。

【0018】（2）精度ある解析データを得るために行われている筈の解析データの移動平均処理は、解析スタート後時間が経過すると、一定の重み係数mとなり、それ以降のプラント運転状態変化に対しても重み係数mが一定であるため、プラント運転条件変化後の定常スペクトルへの追従性が悪い。また、重み係数mを小さくすると平均値として精度が悪くなり、反対に、大きくするとプラント運転条件変化への追従性が悪くなるため、重み係数mの設定が難しかった。

【0019】（3）重み係数mは全信号共通であるた

め、プラントの外乱等により1つの信号でも解析データが乱れた場合には、正確な解析データを得るため重み係数をリセットするが、その際には、解析を一旦停止させ、再度要求する必要がある。解析を一旦停止させると、次の解析スタート時にプラント条件が停止させる前と同じであっても、移動平均処理を最初から行うため、一定時間経過しないと定常スペクトルを得ることが出来なかった。

【0020】本発明は、このような問題点を解消すべくなされたもので、逐次更新される周波数解析において、プラント運転条件が変化した場合の解析データの追従性を良くし、またプラント運転操作等のプラント過渡現象に起因する解析データの乱れを削除することにより、精度の高い診断を可能にしたプラント診断装置を提供することを目的としている。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係わるプラント診断装置は、サンプリングされたプロセス信号について時系列データをチェックすることによってプラントの過渡変化を判断するプロセス信号チェック手段

10

を備えたことを特徴とするものである。

【0022】本発明の請求項2に係わるプラント診断装置は、前記プロセス信号チェック手段によりプラントの過渡変化ありと判断された場合に、逐次更新している平均項数（重み係数）を初期状態に制御できる平均項数管理手段を備えたことを特徴とするものである。

20

【0023】本発明の請求項3に係わるプラント診断装置は、前記プロセス信号チェック手段により、プロセス信号単位の時系列変化に対してプロセス信号単位の平均項数（重み係数）を初期状態に制御できる平均項数管理手段を備えたことを特徴とするものである。

30

【0024】また、本発明の請求項4に係わるプラント診断装置は、解析開始時に前回の最新解析データと同一解析条件であれば、前回の平均項数（重み係数）を継続して制御できる平均項数管理手段を備えたことを特徴とするものである。

【0025】

【作用】本発明の請求項1に係わるプラント診断装置においては、オペレータによるプラント運転操作等に基づくプラント過渡変化を検出するプロセス信号チェック手段を設けてあるので、プラントの過渡変化発生時には、解析処理をバイパスすることにより、プラントの過渡変化に起因する解析データの乱れを排除することが可能となる。

40

【0026】本発明の請求項2に係わるプラント診断装置においては、プロセス信号チェック手段からプラントの過渡変化ありと判断された場合に、逐次更新している平均項数（重み係数）を初期状態に制御できる平均項数管理手段を設けてあるので、プラント過渡変化後の解析データを初期設定（リセット）することができ、解析デ

50

ータの追従性を向上させることが可能となる。

【0027】本発明の請求項3に係わるプラント診断装置においては、プロセスチェック手段によりプロセス信号単位の時系列変化に対してプロセス信号単位の平均項数（重み係数）を初期状態に制御できる平均項数管理手段を備えているので、信号単位の解析データを初期設定（リセット）することができ、信号単位の解析データの追従性を向上させることが可能となる。

【0028】また、本発明の請求項4に係わるプラント診断装置においては、解析開始時、前回の平均項数（重み係数）を継続して制御できる平均項数管理手段を設けてあるので、解析停止前の解析データから継続して計算することができ、解析に要する時間を短縮することが可能である。

【0029】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1、図2を参照して説明する。これらの実施例において、診断装置1は、図3につき説明した従来例と同様に、演算制御装置2、記憶装置3、会話入力装置4、表示装置5を備えており、プロセス入力制御装置6を介してプラント20と接続されているが、本発明においては、演算制御装置2内に、新しくプロセス信号チェック部15と平均項数管理部16が付加されている。

【0030】まず、本発明の請求項1に係わるプラント診断装置の実施例について説明すると、図1において、演算制御装置2内のサンプリング処理部7に取り込まれたプロセス信号は、プロセス信号チェック部15へ送られる。このプロセス信号チェック部では、時系列データに対して「変化の度合い」を調べる。ここで、「変化の度合い」とは、時系列データ（ X_1 , X_2 , \dots X_N ）についての変化率計算あるいは時系列データのP-P値（最大値と最小値の差）等により求められるもので、その値がある一定レベルを越えた場合、そのプロセス信号は「過渡変化あり」と判断される。この「過渡変化あり」と判断されたプロセス信号は、あらかじめ設定されているプラント過渡変化判断の対象信号（例えば、炉心流量や発電機出力等、プラントの運転状態を示す信号）かどうかを判断され、対象信号であればプラント全体の変化ありと判断され、今回サンプリングされた全プロセス信号を無効とし、再度サンプリングを開始するため、サンプリング処理部7へと動作が移る。

【0031】これにより、オペレータによるプラント操作等で発生するプラント過渡変化については、解析をバイパスすることが可能となり、プラント過渡変化による解析データの乱れを排除することができるので、より正確な解析データを得ることができる。

【0032】次に、本発明の請求項2、請求項3および請求項4に係わるプラント診断装置の実施例について、図2を参照して説明する。

【0033】演算制御装置1内のサンプリング処理部7

に取り込まれたプロセス信号は、プロセス信号チェック部15へ送られる。このプロセス信号チェック部では、図1におけると同様に、時系列データに対して「変化の度合い」を調べる。プロセス信号チェック部15は、解析されるプロセス信号について全て「変化の度合い」を調べ、プロセス信号毎の過渡変化有無情報（変化有無、変化率、P-P値、平均値等の判定値も含む）を平均項数管理部16へ渡し、過渡変化なしとされた有効な時系列データのみを解析処理部8へ渡す。

【0034】解析処理部8では、有効なプロセス信号に対して前記(1)、(2)式によりFFT計算を行いフーリエ係数SR(L)、SI(L)を求め、同様に(3)、(4)式により周波数スペクトル(PSD)を求め、今回計算されたPSD有無情報を平均項数管理部16へ渡し、計算結果の今回PSDデータを逐次更新処理部9へ渡す。これにより平均項数管理部16には、プロセス信号毎の過渡変化有無情報とPSD有無情報が渡されることになる。

【0035】平均項数管理部16では、前記(5)式または(6)式の移動平均を求めるための平均項数mを管

$$m_i = \min(m_i + 1, M_i)$$

ただし、 M_i ：プロセス信号iごとに設定されている重み係数の最大値パラメータ(1以上)

続いて、SI(L)を求め、同様に(3)、(4)式により周波数スペクトル(PSD)を求め、今回計算されたPSD有無情報を、信号別に平均項数管理部16へ渡し、計算結果の今回PSDデータを逐次更新処理部9へ渡し、その後、前記(5)式または(6)式により移動平均の演算を行う。

【0040】以上の結果より、プロセス信号単位の条件変化に対して、移動平均に使用される平均項数 m_i を自動的にゼロクリアし、新たに設定し直す処理が行われることになり、移動平均での解析データの追従性(応答性)が良くなる。また、プロセス信号異常などにより長期的に解析がバイパスされたりした場合であっても、信号単位での条件変化がなければ平均項数は継続され、以前の解析データが有効に生かされることになる。

【0041】一方、逐次更新処理部9では、解析処理部8から渡された今回PSDデータに対して、平均項数管理部16で設定されている平均項数 m_i を使用し、前記(5)式または(6)式により解析データの移動平均処理を行い、今回PSD移動平均値 PSD'_i を求める。また、この時に使用されるPSDの移動平均前回値 PSD'_{i-1} は、解析データ入出力処理部11を介して、記憶装置3の最新データエリアから取り出され、移動平均後の今回 PSD'_i を再び記憶装置3の最新データエリアへ戻す。その後、次の解析を行うため、サンプリング処理部7を起動させる。

【0042】これらの処理が連続して行われる中で、周期管理部12による判定タイミングまたは会話入力装置

*理している。この平均項数 m は、解析されるプロセス信号毎に設けられ、初期値は $m_i = 0$ (iは信号別を意味する)に設定されている。平均項数管理部16では、まずプロセス信号毎の過渡変化有無情報により、以下の処理を行う。

【0036】(1) 「過渡変化有り」のプロセス信号がプラント運転状態を表す主要プロセス信号であれば、プラント全体の条件変化とみなし、全信号の平均項数をリセット($m_i = 0$)する。

【0037】(2) 「過渡変化無し」のプロセス信号について、前回解析処理した時のプロセス値(時系列データでの平均値相当)と今回解析処理した時のプロセス値(前記と同様の平均値相当)との比較を行い、ある一定レベル以上の差があった場合は、プロセス信号単位の条件変化とみなし、対応するプロセス信号のみの平均項数をリセット($m_i = 0$)する。

【0038】次に、PSD有無情報により、今回PSDが計算されたものについてのみ、以下の計算を行う。

【0039】

..... (7)

4により判定要求がなされると、判定処理部10が起動する。この判定処理部では、解析データ入出力処理部11を介して最新データとそのプラント条件と一致した基準データを取り出し、従来と同様に双方のスペクトルパターンを比較して正常/異常の判定をする。

【0043】この様にして処理された記憶装置3内の最新データは、プラント運転状態の変化に追従した応答性に優れた解析データとなり、またプロセス信号の過渡変化による解析データのばらつきを無くし、より精度ある解析データとなる。

【0044】更に、本発明を応用し、会話処理部14からの指令で平均項数管理部16により、管理している係数 m_i をリセット($m_i = 0$)することが可能のように構成すれば、会話入力装置4を介して、オペレータの指示により任意のプロセス信号に対して現在状態からの解析が信号単位に可能となり、診断機能全体を停止する必要がなくなり、診断装置の効率良い運用が可能となる。

【0045】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、プラント運転状態の変化に素早く追従し、解析データの応答性が良くなり、また、プラントの外乱、過渡現象に伴う解析データの乱れが排除されることにより、プロセス信号の持つ固有なゆらぎを正確に抽出することができ、高精度な診断が可能なプラント診断装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のプラント診断装置の一実施例を示す構成図である。

【図2】 本発明のプラント診断装置の他の実施例を示す構成図である。

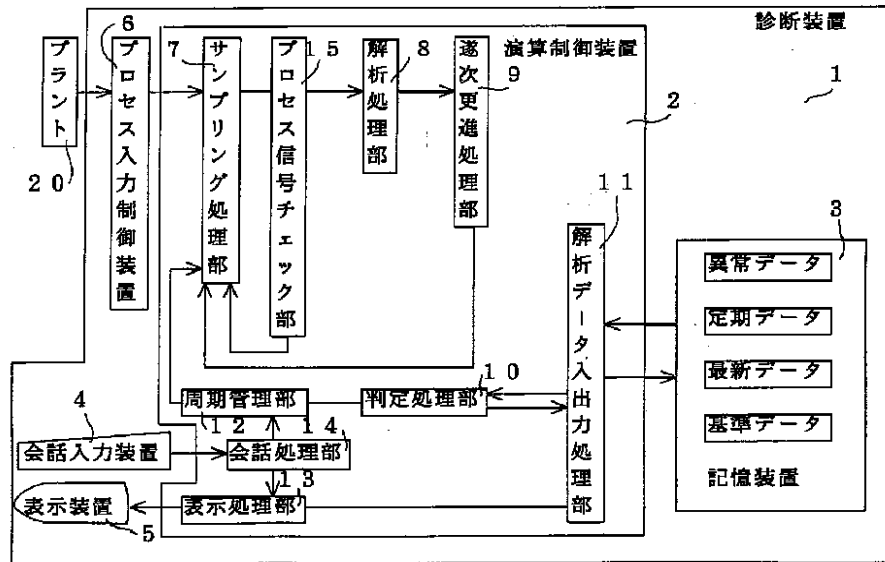
【図3】 従来のプラント診断装置を例示する構成図である。

【符号の説明】

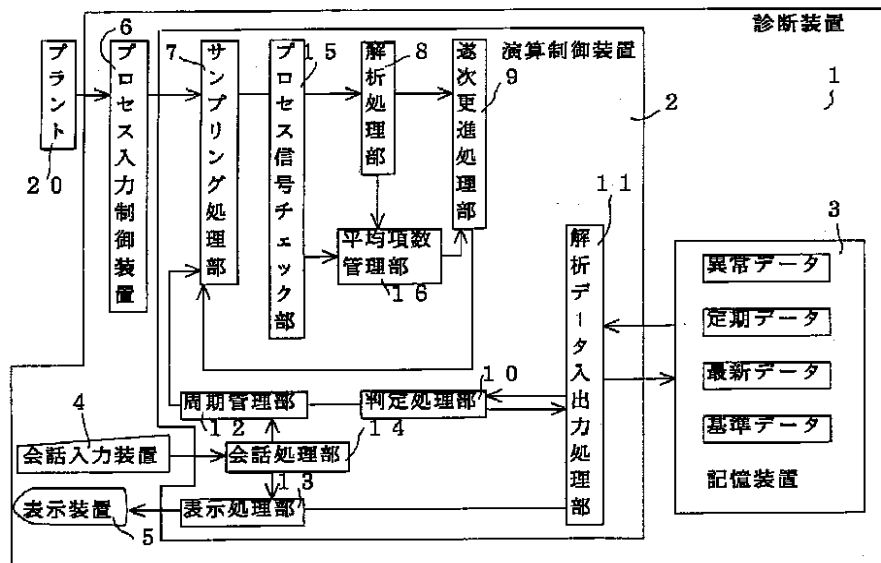
1…診断装置、2…演算制御装置、3…記憶装置、4…会話入力装置、5…表示装置、6…プロセス入出力制御

装置、7…サンプリング処理部、8…解析処理部、9…逐次更新処理部、10…判定処理部、11…解析データ入出力処理部、12…周期管理部、13…表示処理部、14…会話処理部、15…プロセス信号チェック部、16…平均項数管理部、20…プラント。

【図1】



【図2】



【図3】

